

Из рис. 5 видно, что на окисленном угле сорбция фенола проходит быстрее, но поглощающая способность его по сравнению с активным не-окисленным углем ниже примерно на 13%. Это можно объяснить тем, что в окисленном угле больше транспортных пор, чем в активном угле БАУ, поэтому диффузия фенола в сорбирующие поры проходит с меньшими затруднениями. С другой стороны, можно предположить, что объем сорбционного пространства у угля БАУ выше, чем у окисленного.

По результатам работы можно сделать следующие выводы.

При термохимической переработки тонкомерной березовой древесины возможно получение древесного и активного угля высокого качества, полностью соответствующего требованиям национальных стандартов.

Возможно на основе активного угля получение окисленного угля с величиной СОЕ около 2 мг-экв/г путем окисления насыщенным воздухом при температуре не выше 270⁰С. По литературным данным считалось, что для получения подобного продукта необходима температура около 400⁰С.

Получены данные, необходимые для расчета кинетики процесса окисления АУ воздухом.

По результатам эксперимента можно сделать вывод, что наиболее рационально проводить окисление при температуре 240⁰С. При этом получен продукт с величиной СОЕ более 2 мг-экв/г при обгаре около 50 %.

Библиографический список

Козлов, В.Н. Технология пирогазификации переработки древесины [Текст]: учеб. пособие для вузов / В.Н. Козлов, А.А. Нимвицкий. – М.; Л.: Гослесбумиздат, 1954. – 619 с.

Тарковская, И.А. Окисленный уголь [Текст]: учеб. пособие для вузов / И.А. Тарковская. – Киев: Наукова думка, 1981. – 200 с.



УДК 691.168 + 669.054.82

А.В. Артемова
(A.V. Artemova)

(Уральский государственный лесотехнический университет)



Артемова Анна Валерьевна родилась в 1984 г. В 2006 г. окончила Уральский государственный лесотехнический университет. В настоящее время аспирант кафедры транспорта и дорожного строительства. Опубликовано 2 статьи, посвященных использованию отходов металлургической промышленности в дорожном строительстве.

**АКТИВИРОВАННЫЙ МИНЕРАЛЬНЫЙ ПОРОШОК
НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ
И ЕГО РОЛЬ В АСФАЛЬТОБЕТОНЕ**
(THE ACTIVATED MINERAL POWDER ON THE BASIS
OF METALLURGICAL SLAGS AND ITS ROLE IN ASPHALT
CONCRETE)

Рассмотрен вопрос использования в асфальтобетонной смеси шлакового минерального порошка, активированного фусами, изучены роль фусов в минеральном порошке, свойства полученного асфальтобетона.

The question of use in asphalt concrete of the slag mineral powder activated by waste products of coal manufacture is considered, the role of these waste products in a mineral powder, properties of the received asphalt concrete is investigated.

Строительство автомобильных дорог требует наличия производственной базы дорожно-строительных материалов, изготовление которых требует расширения существующих и разработки новых карьеров, что вызывает нарушение природного ландшафта и ухудшение и без того тяжелой экологической обстановки региона.

Потребность в щебне, песке, минеральном порошке и смесях, изготовленных на их основе, может быть удовлетворена за счет отходов промышленности и вторичных ресурсов.

Одним из наиболее известных и распространенных в стране отходов, которые внедрены в дорожное строительство, являются металлургические шлаки.

На предприятиях черной металлургии Свердловской области ежегодно производится 3 млн т шлаков. Около 76 млн т шлаков накоплено в отвалах. Так, например, на Серовском металлургическом заводе им.Серова (СМЗ) выход доменных шлаков составляет 220,1 тыс. т в год, сталеплавильных – 100,0 тыс. т в год, а запасы шлака в отвалах составляют 4,5 млн т.

Применение шлаков в дорожном строительстве позволяет одновременно решить несколько проблем:

- повысить качество автомобильных дорог;
- заменить природные материалы отходами производства;
- улучшить условия охраны окружающей среды;
- повысить производительность дорожно-строительных и ремонтных работ;
- рационально использовать местные сырьевые ресурсы;
- сократить грузоперевозки;
- удешевить строительство автодорог.

Исследование влияния химического состава металлургических шлаков на окружающую среду показало, что химические элементы шлаков в твердом состоянии растворимы в воде незначительно. Доменные и сталеплавильные шлаки не оказывают влияния на вегетацию растений, высаженных вдоль шоссе. Таким образом, применение этих шлаков при строительстве автомобильных дорог не оказывает вредного влияния на окружающую природную среду.

Шлаки черной металлургической промышленности относятся к гидравлически активным компонентам в асфальтобетоне. Особая роль в процессе структурообразования асфальтобетонов принадлежит минеральному порошку.

Условиям создания прочного и долговечного асфальтобетона удовлетворяют активные минеральные порошки, полученные в результате помола металлургических шлаков доменного, конвертерного и электросталеплавильного производства.

Шлаковый минеральный порошок с его огромной удельной поверхностью:

- образует с битумом «шлаковое асфальтовязующее вещество», объединяющее зерна заполнителей в монолитную структуру;
- в отличие от известнякового порошка обладает гидравлической активностью, поэтому он хорошо взаимодействует как с водой, так и с битумом;
- обеспечивает высокую плотность;
- повышает теплостойкость асфальтобетона;
- увеличивает прочность сцепления минеральной части и битума;
- повышает плотность, водоустойчивость и теплоустойчивость асфальтобетона.

Минеральный порошок выполняет структурообразующую роль в асфальтобетоне, поэтому улучшение эксплуатационных свойств этого материала достигается физико-химической активацией порошка.

Значительный интерес в этом отношении представляют отходы коксохимического производства в виде фусов, которые можно применять для активации минерального порошка и в качестве поверхностно-активного вещества в битум.

На металлургических комбинатах в коксохимическом производстве образуются отходы в виде коксовой пыли и фусов. Коксовая пыль представляет собой мелкозернистый порошок черного цвета, который до настоящего времени не нашел применения и сбрасывается в отвал^{*}.

^{*} Расстегаева, Г.А. Активные и активированные минеральные порошки из отходов промышленности [Текст] / Г.А. Расстегаева. – Воронеж: ВГУ, 2002.

Фусы являются отходами коксохимического производства, образуются в отделениях конденсации и при чистке смоляных хранилищ.

Фусы из отделений конденсации представляют собой густую вязкую массу осмоленных мелкодисперсных частичек угля, кокса и полукокса, образующихся при отстое каменноугольной смолы.

Фусы из отделений конденсации, полученные в результате коксохимического производства, по существующей технологии сбрасываются в специальные хранилища, а после чистки смоляных хранилищ вывозятся на общезаводскую свалку. Приемлемого технологического решения по использованию фусов в настоящее время не существует.

Свойства шлакового минерального порошка, неактивированного и активированного добавкой из фусов и битума, а также требования ГОСТ Р 52129-2003 «Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей. Технические условия» приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели физико-механических свойств шлакового минерального порошка и порошка, активированного добавкой из фусов и битума

| Показатели | Минеральный порошок из доменных отвалных шлаков | Активированный минеральный порошок из доменных отвалных шлаков | Требования ГОСТ 9128-97 и ГОСТ Р 52129-2003 к МП-2 |
|--|---|--|--|
| Зерновой состав, % по массе: мельче 1,25 мм мельче 0,315 мм мельче 0,071 мм | 100 97,9 74,6 | 100 100 78,2 | Не менее 95 От 80 до 95 Не менее 60 |
| Истинная плотность, г/см ³ | 2,96 | 2,94 | - |
| Средняя плотность, г/см ³ | 1,95 | 2,03 | - |
| Пористость, % по объему | 34 | 29 | Не более 40 |
| Битумоемкость, г/100 см ³ | 53,2 | | Не более 80 |
| Набухание образцов из смеси порошка с битумом, % по объему | 2,4 | 1,9 | Не более 3 |
| Удельная поверхность, см ² /г | 4250 | 4320 | От 3000 до 5000 |
| Содержание водорастворимых соединений, % по массе | 0 | 0 | Не более 6 |
| Гидрофобность | - | гидрофобный | Не нормируется |

МП-2 – порошки из некарбонатных горных пород, твердых и порошковых отходов промышленности производства.

Данные табл. 1 подтверждают высокий уровень технических показателей активированного минерального порошка из доменных отвалных шлаков СМЗ и их соответствие требованиям стандарта.

С применением фусов:

- увеличивается средняя плотность минерального порошка;
- уменьшаются пористость и битумоемкость;
- замедляются процессы старения битума;
- существенно улучшаются условия обволакивания поверхности частиц минерального порошка битумом;
- время на перемешивание всей минеральной части асфальтобетонной смеси снижается на 13-18% [2];
- снижаются энергозатраты на перемешивание;
- увеличивается производительность смесительной установки;
- асфальтобетонная смесь отличается лучшей удобоукладываемостью;
- асфальтобетон обладает высокой водостойчивостью.

Асфальтобетон, приготовленный на активированном минеральном порошке, содержит на 0,5 – 1 % битума меньше, чем на неактивированном.

В результате активации порошок приобретает свойства гидрофобного материала, что существенно упрощает все операции, связанные с его хранением, транспортированием и применением. После шести месяцев хранения активированного минерального порошка не было отмечено признаков его слеживаемости.

Асфальтобетонные смеси с минеральными порошками из шлаков требуют несколько большего количества битума, чем с применением порошков из неактивных материалов. В этом случае с целью улучшения свойств битума и уменьшения его расхода непосредственно в битум вводятся модификаторы (фусы).

В лаборатории был подобран состав шлаковой смеси после полного комплекса испытаний всех исходных материалов.

При подборе состава руководствовались получением оптимальной плотности и пористости асфальтобетона.

Рецепт асфальтобетонной смеси приведен в табл. 2.

Асфальтобетон из подобранной смеси был испытан в соответствии с методами ГОСТ 12801. Физико-механические свойства плотного асфальтобетона на основе шлаковых материалов СМЗ с применением шлакового минерального порошка, активированного фусами, соответствуют требованиям ГОСТ 9128-97.

Особое внимание при подборе было уделено количеству битума, так как избыток битума снижает прочность, сдвигоустойчивость и повышает пластичность асфальтобетона, что ведет к образованию сдвигов и волн на покрытии в жаркую погоду, а недостаток битума в смеси снижает проч-

ность, водостойкость и морозостойкость, а также коррозионную стойкость асфальтобетона.

Таблица 2

Рецепт асфальтобетонной смеси на основе шлаковых материалов СМЗ
с применением шлакового минерального порошка,
активированного фусами

| Материалы | Содержание компонен- тов, % по массе | Дозировка на замес, кг | |
|---|---|---------------------------|------|
| | | 700 | 2000 |
| Шлаковый щебень фр. 5-20 (ЗАО «Магнит») | 48 | 336 | 960 |
| Шлаковый песок (ЗАО «Магнит») | 42 | 294 | 840 |
| Минеральный порошок, активированный 2 % смеси фусов и битума | 10 | 70 | 200 |
| Битум вязкий марки 90/130 (сверх 100 %) | 7 | 49 | 140 |
| ПАВ - каменноугольные фусы | 0,07 | 0,49 | 1,4 |

Полученный асфальтобетон проявляет свойства гидравлического вяжущего – происходит увеличение прочности после длительного водонасыщения.

Асфальтобетон, приготовленный с добавлением фусов в качестве ПАВ, имеет лучшие показатели прочности при всех температурах испытания.

Дорожные покрытия в период эксплуатации находятся под воздействием механических нагрузок от движущегося транспорта, а также погодноклиматических факторов. Асфальтобетон под их влиянием стареет, что проявляется в ухудшении его прочностных, деформативных свойств, водо- и морозостойчивости.

Поверхностно-активные вещества, введенные в битум, а также при активации минерального порошка оказывают влияние на старение битума, т.е. на степень разрушения жесткой пространственной структуры из асфальтенов.

Результаты проведенных теоретических и экспериментальных исследований свидетельствуют о том, что активация порошка отходами коксохимического производства - фусами оказывает существенное влияние на замедление процессов старения битума и снижение его расхода.

Присутствие фусов существенно улучшает условия обволакивания поверхности частиц минерального порошка битумом. Равномерное распределение небольших количеств вязкого битума на большой поверхности

дисперсных минеральных частиц не всегда выполнимо без применения поверхностно-активных веществ.

Высокоактивные смолы, находящиеся в фусах, заполняют микропоры на поверхности минеральных частиц, а капилляры, обладающие более высоким адсорбционным потенциалом, заполняются маслами. Таким образом, введение фусов в битум в качестве ПАВ, а также при активации минерального порошка снижает интенсивность процессов старения асфальтобетона.

